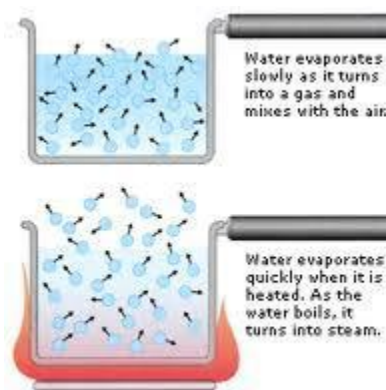


تفاوت بین گاززدایی و تبخیر
نویسنده: حمید وثیق زاده انصاری
منبع: سایت راسخون

فرایند تبخیر مایع به فشار درون مایع و دمای مایع بستگی دارد. برای مولکول‌های موجود در عمق معینی از مایع که در دمای مشخصی به‌سر می‌برند مهم نیست که فشاری که بر آنها وارد می‌آید از چه راهی حاصل شده است، مثلاً آیا بر اثر فشار گاز روی مایع است یا بر اثر فشاری است که پیستونی فلزی در سیلندر بسته‌ی حاوی مایع بر سطح مایع وارد می‌آورد یا بر اثر وزن ستون مایع بالای نقطه‌ی مورد نظر در عمق مایع است. از هر طریقی که فشاری در نقطه‌ای در درون مایع احساس شود، مقدار فشار پارامتر تأثیرگذاری در فرایند تبخیر در آن نقطه از مایع است. حال می‌توانیم فرض کنیم حجم معینی از مایع در درون سیلندری با پیستون درزبندی شده‌ی متحرکی در بالای سیلندر داریم که این حجم مایع عمق چندانی ندارد تا احیاناً تغییر وزن مایع بالای نقطه‌ی مورد نظر تأثیر چندانی در تغییر میزان فشار در نقاط مختلف مایع داشته باشد. فرض کنید مقدار گاز معینی در بالای مایع و زیر پیستون موجود است به‌گونه‌ای که فشاری که در درون مایع احساس می‌شود عملاً فشار ناشی از فشار گاز روی مایع باشد. در صورتی که فرایند تبخیر در مایع اتفاق بیفتد و مقداری از مایع به‌صورت گاز بخار شود و به حجم گاز قبلی روی مایع اضافه شود برای این‌که همان فشار قبلی در مایع احساس شود لازم است، با فرض عدم تغییر قابل توجه در دما، پیستون به اندازه‌ی کافی بالا کشیده شده و حجم روی مایع افزایش یابد تا همچنان همان فشار قبلی در درون مایع احساس شود. فرض کنید سیستمی مثلاً اتوماتیک برای انجام چنین تغییراتی در موقعیت پیستون وجود دارد به‌گونه‌ای که همواره سرجمع فشار گازهای روی مایع ثابت بماند و لذا فشار احساس شده در درون مایع همواره روی مقدار مورد نظر ما، صرف نظر از فرایند تبخیر، ثابت بماند. در چنین وضعیتی است که نقطه‌ی جوش تعریف می‌شود: اگر در دمای معینی از مایع، فشار گاز (اعم از بخار مایع یا هوا یا ...) روی مایع، یا با بیان صحیح‌تر، فشار احساس شده در درون مایع، ثابت بماند و در آن دما تمام گرمایی که مایع می‌گیرد صرف تبدیل آن به بخار، و نه افزایش دمای آن، شود به آن دما دمای جوش مایع گفته می‌شود. در زیر نقطه‌ی جوش اگر گرمایی به مایع داده شود قسمتی از آن صرف افزایش دمای مایع و بقیه صرف تبخیر (سطحی) مایع می‌شود.



در مورد تبخیر (سطحی) آموزنده است مطلبی گفته شود: مولکول‌های در حال جنب و جوش مایع در دمای معینی (زیر نقطه جوش آن) را در نظر گیرید. فرض کنید مولکول‌هایی با جنب و جوش متوسط بیشتر (یعنی با دمای بیشتر)، از بدنه‌ی ظرف حاوی مولکول‌های مایع، قسمتی از انرژی جنبشی خود را به مولکول‌های مایع بدهند. این انرژی اضافی منتقل شده به مولکول‌های مایع، هم کلاً باعث افزایش انرژی متوسط همه‌ی مولکول‌های مایع می‌شود و هم قسمتی از آن به بعضی از مولکول‌های مایع، که در تماس مستقیم‌تر با چشمه‌ی گرما هستند، انرژی‌ای خیلی بیشتر از حد متوسطی از انرژی که به بقیه‌ی مولکول‌ها داده شده است می‌دهد که باعث می‌شود انرژی آنها به مولکول‌های سطح مایع منتقل شده و به آنها انرژی فرار از سطح مایع را بدهد و باعث تبخیر (سطحی) مایع شود. در صورتی که دمای مایع از ابتدا به اندازه‌ی کافی بالا باشد انرژی جنبشی گرفته شده از چشمه‌ی گرما قبل از این‌که فرصت کند انرژی جنبشی مولکول‌های مایع را افزایش دهد مستقیماً، حتی قبل از رسیدن به سطح مایع، باعث تبخیر مایع می‌شود و این همان حالت ایجاد حباب و قل‌قل زدن مایع در نقطه‌ی جوش آن است.

نقطه‌ی جوش يك مایع به فشاری که مایع احساس می‌کند بستگی دارد. معمولاً اگر این فشار کاهش یابد نقطه‌ی جوش نیز کاهش می‌یابد. مطلب دیگر این‌که چشمه‌ی گرما برای يك مایع همیشه لازم نیست بیرون از مایع باشد و گاهی برحسب شرایط

می‌تواند گرمای خود مایع نیز باشد. مثلاً اگر مایعی که در دمای اتاق تحت فشار هوای روی آن است به وسیله پمپ خلأی تحت خلأ قرار گیرد یعنی فشار گاز روی آن، و در نتیجه فشار احساس شده در درون مایع، کاهش یابد (و این فشار کاهش یافته با کارکرد مناسب پمپ ثابت بماند) بالتبع نقطه‌ی جوش آن نیز کاهش می‌یابد و مثلاً به زیر دمای مایع که دمای اتاق است می‌رسد. در این حال گرمای درون مایع چشمه‌ای گرمایی می‌شود برای خود مایع که این گرما را صرف تبخیر خود کند و با گرفتن تدریجی این گرما از خود دمای خود را کاهش دهد تا زمانی که به نقطه‌ی جوش خود تحت آن فشار کاهش یافته برسد که در آن زمان دیگر از جوش می‌افتد زیرا دیگر چشمه‌ای گرمایی با دمای بالاتر برای تبدیل مایع به بخار ندارد مگر این که بدنه‌ی ظرف حاوی مایع عایق حرارت نباشد و از محیط بیرون که دمای آن بیش از دمای مایع در این نقطه‌ی جوش می‌باشد گرما به طرف مایع برای تبدیل آن به بخار جاری شود که این امر باعث سرد شدن بیرون می‌شود (و این فرایندی است که در بعضی از انواع یخچال‌ها یا سرماسازها مورد استفاده قرار می‌گیرد).

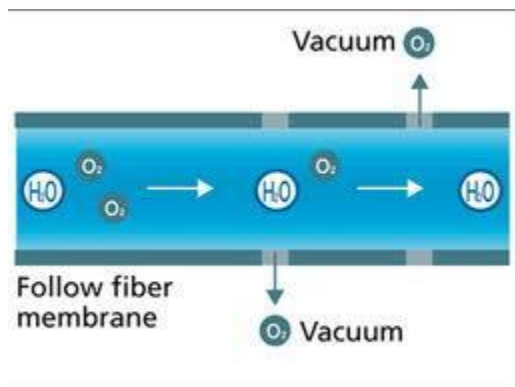


مسئله‌ی حل شدن گاز، مثلاً هوا، در مایع چیزی غیر از مسئله‌ی تبخیر است. انحلال گاز در مایع امری است که در جایی خود اهمیت دارد و مثلاً برای خیلی از واکنش‌های شیمیایی می‌تواند تأثیر (مخرب) داشته باشد. اگر لیوانی آب را در یخچال سرد بگذارید خواهید دید که هوایی که قبلاً در آب حل شده است اکنون از آب جدا شده و بر بدنه‌ی لیوان به صورت حباب‌های چسبیده به دیواره مشهود است. اصولاً اگر فرایند حل شدن هوا در آب نباشد ماهی‌ها در آب خفه می‌شوند زیرا آنها در واقع از طریق آبشش خود هوای محلول در آب را برای تنفس مورد استفاده قرار می‌دهند. یکی از فرایندهایی که طی آن می‌توان گاز محلول در مایع را از آن جدا کرد این است که فشار گاز (و بخار) روی مایع، و در واقع فشار احساس شده در درون مایع، را کاهش دهیم که در این حال گازهای محلول در مایع به صورت حباب از درون مایع (به علت سبک بودن) به طرف سطح فوقانی مایع فرار می‌کنند.



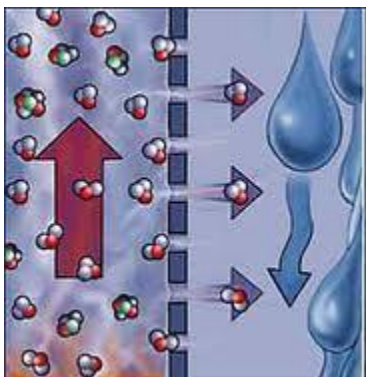
در واقع وضعیت را می‌توان این‌گونه تصور کرد که فشار (گاز) روی مایع مجموعه مولکول‌های گاز موجود در داخل مایع، یا فرستاده شده (بر اثر جنبش مولکولی) به داخل مایع، را تحت پرس قرار می‌دهد و آن قدر کوچک می‌کند که مشهود نیستند و تقریباً با حرکت مولکولی و غلظت مایع و نیروی ارشمیدسی به تعادل می‌رسند و این مجموعه مولکول‌ها در مایع معلق می‌مانند و حالتی شبیه یا در واقع همان حالت انحلال گاز در مایع را به وجود می‌آورند. با مرتفع شدن فشار روی مایع این

حالت پرس کردن مجموعه‌های کوچک مولکولی گاز در درون مایع بسیار کم می‌شود و این مجموعه مولکول‌های گاز بر اثر جنبش مولکولی گازی افزایش حجم می‌یابند به‌ویژه این‌که ممکن است این مجموعه‌ها دست به دست هم دهند و حباب‌های بزرگ‌تری تشکیل دهند که بر اثر خاصیت ارشمیدسی، دیگر حالت تعادلی تعلیق فوق‌الذکر وجود ندارد و برابند نیروی وارد بر این حباب‌ها روبه‌بالا خواهد بود و حباب‌های گاز به سطح آمده و فرار می‌کنند. به این فرایند، گاززدایی یا degassing تحت خلأ گفته می‌شود.



می‌توانید این فرایند را به‌راحتی آزمایش کنید: یک سرنگ 50 سی‌سی از داروخانه بخرید و سوزن آن را بردارید و با آن مقداری آب به‌داخل بکشید و با وارونه کردن آن و فشار دادن پیستون آن هوای آنرا خارج کنید و سر آنرا در ظرفی آب فرو برید درحالی‌که با انگشتان یا با قطعه‌ای لاستیک انعطاف‌پذیر در درون آب سر آنرا محکم بسته نگاه‌داشته‌اید و در عین حال مقداری آب برای درزبندی روی قسمت بالایی پیستون بریزید. در این حالت پیستون را با قدرت بالا بکشید. با این کار در بالایی سطح مایع درون سرنگ خلأ ایجاد می‌شود و مشاهده خواهید کرد که در درون آب حباب‌های زیادی ایجاد می‌شود و تعداد زیادی از آنها شروع به بیرون آمدن به سمت این خلأ ایجاد شده می‌کنند. (در همین جا می‌توانید تعدادی از حباب‌های ایجاد شده و چسبیده به دیواره، که هنوز بر اثر تکان دادن سرنگ و کنده شدن از دیواره به آمدن به سوی سطح تحریک نشده‌اند، را نشان کنید و ببینید که با پایین بردن پیستون سرنگ به روی سطح مایع آنها کوچک و ناپدید و با بالا بردن مجدد پیستون مجدداً آنها در همان نقاط نشان شده ظاهر و بزرگ می‌شوند، و این نشان دهنده همان حالت پرس شدن حباب‌های ریز هواست که در بالا به آن اشاره شد نه تبخیر مایع که برای آن قاعداً تمام نقاط مایع یکسان است و هیچ نقطه‌ی مرجع و نشان‌داری وجود ندارد.) چند لحظه‌ای وضعیت را به همین حالت نگاه دارید و سعی کنید سرنگ را تکان دهید تا حباب‌ها از بدنه جدا شوند و به سطح بیایند و بعد اجازه دهید پیستون به حالت اول خود برگردد. مشاهده می‌کنید که حباب‌های درشتی که تحت شرایط خلأ از درون مایع آزاد می‌شوند اکنون تحت پرس فشار (غیر مستقیم) هوا به یک حباب منفرد کوچک در بالایی سطح مایع تبدیل شده‌اند. (روشن است که با فرض ثابت ماندن دما هنگامی که در کشیدن‌های بعدی پیستون به‌طرف بالا حجم این حباب دهها برابر می‌شود فشار گاز آن نسبت به فشار هوای بیرون دهها برابر کوچک می‌شود.) این کار (یعنی ایجاد خلأ با بالا کشیدن پیستون سرنگ) را چند بار دیگر تکرار کنید. مشاهده خواهید کرد که هرچه از زمان ایجاد خلأ نخست می‌گذرد حباب‌های آزاد شده کمتر می‌شود یعنی عمل گاززدایی، به علت ته‌کشیدن گازهای محلول مانده در آب، کمتر می‌شود. مسلماً اگر ایجاد این حباب‌ها کلاً نتیجه‌ی جوش آمدن آب بود نباید عمل جوش در دفعات بعد کاهش و کاهش می‌یافت. (برای اطمینان می‌توانید سرنگ حاوی آبی که به این روش به مقدار زیادی گاززدایی شده است را در آب ولرم قرار دهید تا دما احتمالاً کاهش یافته‌ی آن افزایش یابد و مجدداً به‌روش فوق این آب را تحت خلأ قرار دهید تا ملاحظه نمایید که عملاً عملیات گاززدایی و ایجاد حباب‌های فراوان مشهود در اولین مرحله‌ی خلأ سازی با سرنگ همچنان متوقف است.) توجه به این مطلب از آنرو مهم است که گاهی عملیات گاززدایی و جوش آمدن مایع تحت خلأ باهم اشتباه گرفته می‌شود، و البته همان‌طور که گفته شد این درست است که با کاهش فشار روی مایع عمل تبخیر مایع بیشتر صورت می‌گیرد و حتی ممکن است این عمل تبخیر در نقطه‌ی جوش مایع در شرایط ویژه‌ی خود صورت گیرد، و به‌هر حال عمل تبخیر مایع به هر صورت که باشد، همان‌گونه که در مقاله‌ی «چرا تری دما را پایین می‌آورد؟» گفته شد عملی گرماگیر است که باعث سردسازی محیط می‌شود و حتی از این عمل سردسازی تحت شرایط افزایش تبخیر ناشی از خلأ سازی در صنعت سرماسازها استفاده می‌شود، اما به‌هر حال باید بین گاززدایی و تبخیر که در یکی مولکول‌های گاز و در دیگری مولکول‌های مایع به‌صورت گاز از درون مایع آزاد می‌شوند تفاوت قائل شد و آنها را از هم تشخیص داد. اگر آزمایش فوق را با روغن نیز انجام دهید فرایند آزادسازی حباب‌ها تحت فرایند

گاززدایی را به‌طور مشابه مشاهده خواهید کرد درحالی‌که مسلماً تحت شرایط مشابه، فشار بخار روغن بسیار کمتر از فشار بخار آب است.



در واقع عملیات گاززدایی تحت خلأ، نیز مانند عملیات تبخیر، فرایندی گرماگیر با سرماساز است. وضعیت به‌طور ساده این‌گونه است که مولکول‌های گاز محلول در مایع، درحال جنب و جوش مولکولی در تعامل با مولکول‌های مایع (و احیاناً خودشان) می‌باشند و همان‌گونه که مولکول‌های مایع برای فرار از مایع به‌صورت گاز، نیاز به انرژی اضافی دارند که از بدنه‌ی ظرف (به‌صورت گرما) به آنها داده شود مولکول‌های گاز نیز برای فرار از مایع نیاز به چنین انرژی اضافی دارند و بنابراین جدا شدن آنها از مایع در فرایند گاززدایی توأم است با گرفتن انرژی اضافی از چشمه‌ی گرما، و این یعنی سرماسازی.

